

Espondilodesis de desrotación ventral modificada con estabilidad primaria mediante la instrumentación de Halm-Zielke para el tratamiento de la escoliosis idiopática

Alexander Richter, Markus Quante, Anja Macherei y Henry Halm^a

Dibujos: Rüdiger Himmelhan

Resumen

Objetivo

Corrección tridimensional ventral de una deformidad escoliótica en los planos frontal y sagital, creando un perfil fisiológico de la columna vertebral con un tramo fusionado lo más corto posible.

Indicaciones

Deformidad escoliótica con una curva principal torácica, lumbar o toracolumbar de 40-90° (Cobb) en T4-L4. La indicación para la corrección anterior selectiva de la escoliosis idiopática debe establecerse en función de la localización de la deformidad, teniendo en cuenta la flexibilidad (de las curvas principal y secundaria) y el perfil sagital (lordosis, cifosis). Según la clasificación de Lenke, las escoliosis de tipo 1 (curva principal torácica) y de tipo 5 (toracolumbar/lumbar) son especialmente apropiadas para un procedimiento quirúrgico de esta clase.

Contraindicaciones

Osteoporosis.
Infección.
Alergia a metales (titanio Ti₆Al₄V).
Falta de flexibilidad de la curva secundaria.
Cifosis estructural en la zona de la curva principal.
Cifosis patológica en el extremo craneal o caudal de la instrumentación prevista.

Técnica quirúrgica

Abordaje y preparación de la zona de instrumentación según la toracotomía y la toracofrenolumbotomía, con exposición de la columna vertebral ventral. Discectomía completa en la zona de fusión y fijación

lateral de las placas articuladas en los cuerpos vertebrales mediante dos tornillos divergentes con anclaje bicortical. Corrección de la deformidad mediante diferentes maniobras: fuerzas aplicadas sobre el extremo libre («cantilever forces»), rotación de la barra y compresión segmentaria. Consecución de la estabilidad primaria por introducción de una barra rígida y otra parcialmente flexible (sistema de barra doble). Cierre de la toracotomía por capas y colocación de un drenaje de Bülow.

Tratamiento postoperatorio

Tratamiento postoperatorio sin corsé. Fisioterapia. Terapia respiratoria.

Resultados

En casi todos los casos se consigue una espondilodesis ósea. Se obtiene una corrección frontal excelente y duradera del 60-70%. La corrección espontánea de las curvas secundarias craneal y lumbar es muy buena (aproximadamente del 40%) y se establece un perfil fisiológico. El tramo fusionado y el ángulo de corrección son comparables a los de los modernos sistemas transpediculares dorsales de barra doble.

Palabras clave

Instrumentación de Halm-Zielke. Espondilodesis de desrotación ventral. Escoliosis.

Operat Orthop Traumatol 2010;22:164-76

^aClinica de Cirugía de la Columna Vertebral y Centro de Escoliosis, Neustadt i.H., Alemania.

Notas preliminares

Los objetivos de la cirugía de la escoliosis son la movilización quirúrgica de los segmentos afectados, la corrección mediante maniobras e instrumentaciones adecuadas, la fijación y, por último, la espondilodosis ósea. Estos objetivos pueden alcanzarse mediante una intervención dorsal o ventral y, eventualmente, también con una combinación de ambas. La técnica quirúrgica de la corrección ventral se basa principalmente en conseguir la movilización por medio de discectomías en la zona del implante, que provocan una desrotación espontánea moderada. El enderezamiento de la inclinación lateral se logra por compresión del lado convexo con implantes convencionales. Sin embargo, debido a la compresión más ventral del lado convexo, este procedimiento intensifica o provoca una cifosis. Naturalmente, este efecto no es deseable en las zonas toracolumbar y lumbar, pero sí en la zona torácica. La condición necesaria para reducir la deformidad es que, después de efectuar la liberación y aplicando fuerzas adecuadas, la inclinación lateral pueda corregirse por el lado convexo mediante una desrotación. Al mismo tiempo, estas correcciones deben evitar una hiper cifosis y proporcionar un perfil lo más fisiológico posible.

La cirugía de la escoliosis con implantes ventrales comenzó con el desarrollo de la instrumentación de Dwyer⁶. La corrección se obtenía colocando tornillos en el lado convexo y aproximándolos mediante un alambre de titanio trenzado. Por su naturaleza no era posible lograr una desrotación suficiente, más allá de la desrotación espontánea provocada por la extirpación de los discos intervertebrales. Otro inconveniente era el desarrollo inevitable de una cifosis, que se generaba por las fuerzas de tracción opuestas a la convexidad en ausencia de los discos intervertebrales. Además, se producía una rápida fatiga del material de los alambres. Consciente de los inconvenientes de la instrumentación de Dwyer, Zielke desarrolló en

1973 una instrumentación ventral de barra simple que también permitía la desrotación y que igualmente prevenía de manera eficaz la tendencia hacia una cifosis. De este modo se creó la primera instrumentación para la realización de una espondilodosis de desrotación ventral.

Este procedimiento, también conocido universalmente como «instrumentación de Zielke» en honor a su creador, constituyó durante aproximadamente dos décadas la técnica de referencia para la cirugía ventral de la escoliosis³⁰. La espondilodosis de desrotación ventral es el primer sistema de implantes que permite obtener una corrección tridimensional eficaz (el método y los resultados han sido publicados⁷). Los inconvenientes de esta técnica y de sus variantes, por ejemplo el sistema de Moss-Harms, residen en la reducida estabilidad interna del implante con el riesgo de retroexpulsión de los tornillos craneales, rotura de la barra y pseudoartrosis, que requieren una inmovilización de varios meses con un vendaje torácico de escayola y/o un corsé^{1,25}. En consecuencia, se desarrollaron sistemas ventrales con estabilidad primaria que permiten una corrección comparablemente buena, evitando el tratamiento postoperatorio con corsé y reduciendo significativamente las complicaciones relacionadas con el implante^{2-4,8-11,15-18,25}.

El perfeccionamiento del sistema impulsado principalmente por Halm a partir de 1992, que dio lugar a la denominada «instrumentación de Halm-Zielke», permitió reducir o eliminar los inconvenientes principales. Esta técnica utiliza un sistema estable de barra doble que facilita especialmente el tratamiento postoperatorio sin corsé.

En la instrumentación de Halm-Zielke¹², el tramo fusionado (de una vértebra terminal a otra) y el ángulo de corrección en las escoliosis leves y moderadas son prácticamente idénticos a los que se obtienen con los sistemas de barra doble transpediculares dorsales modernos. La corrección se mantiene prácticamente estable en el transcurso del tiempo³.

Principios quirúrgicos y objetivos

Corrección tridimensional selectiva de una deformidad escoliótica mediante la fijación de un sistema de barra doble ventral con estabilidad primaria en los cuerpos vertebrales, en combinación con maniobras

de corrección tales como la maniobra sobre el extremo libre²⁸, compresión segmentaria y/o distracción y, eventualmente, rotación de las barras para ajustar un perfil fisiológico de la columna vertebral en los planos frontal y sagital.

Ventajas

- El tramo fusionado es más corto que en los procedimientos dorsales puros¹.
- Se consigue una desrotación segmentaria mejor que en las correcciones con sistemas dorsales soportados por ganchos²⁰.
- Se evita el desarrollo de una lordosis patológica o, en el caso de una hipocifosis torácica preexistente, se ajusta un perfil fisiológico por compresión del lado convexo.
- La pérdida de sangre es menor que en los procedimientos dorsales abiertos^{12,22,27}.
- La pérdida de corrección es menor que en los procedimientos dorsales con ganchos o instrumentación híbrida y sistemas ventrales de una sola barra²².
- El restablecimiento del perfil fisiológico en el caso de perfiles preoperatorios fisiológicos o hipocifóticos es mejor, puesto que en los sistemas dorsales con tornillos y barra doble el plano sagital se allana en mayor medida.
- La tasa de revisiones es significativamente menor que en los implantes dorsales y los sistemas ventrales de una sola barra²⁷.
- Se evita el fenómeno de deformidad en cigüeñal en la etapa de crecimiento, consistente en la destrucción de las placas epifisarias en los cuerpos vertebrales como consecuencia de la fusión intercorporal ventral en la zona del implante.

Desventajas

- Mayor morbilidad asociada al abordaje por:
 - Limitación postoperatoria de la capacidad vital, que después de 2 años todavía no recupera el nivel inicial preoperatorio¹⁹.
 - Síndrome post-toracotomía.
 - Procedimiento técnicamente complejo, sobre todo para el implante de barra doble toracolumbar.

Indicaciones

- La instrumentación Halm-Zielke es adecuada para los cuerpos vertebrales comprendidos entre el cuarto cuerpo vertebral torácico y el cuarto cuerpo vertebral lumbar (T4-L4), excepcionalmente también hasta L5 en caso de:
 - Escoliosis idiopática con una curva principal torácica, lumbar o toracolumbar entre 40 y 90° según Cobb. La indicación para la corrección ventral selectiva de la escoliosis idiopática se establece en función de la localización de la deformidad, teniendo en cuenta la flexibilidad (de las curvas principal y secundaria), el plano sagital (lordosis, cifosis) y la clasificación de Lenke^{21,23,24}. Además, en la radiografía en inclinación debe vigilarse que la corrección de

la curva secundaria flexible sea suficiente. En las escoliosis de tipo Lenke 1 (King 3) deberá lograrse una corrección espontánea de la curva secundaria lumbar a < 25°. En casos excepcionales también pueden tratarse las escoliosis de tipo Lenke 2 (King 5), si la curva secundaria superior es lo suficientemente flexible. En resumen, las escoliosis apropiadas para una corrección anterior selectiva son las de tipo 1 (curva principal torácica) y de tipo 5 (toracolumbar/lumbar) según la clasificación de Lenke.

- Escoliosis degenerativa.
- Deformidad neuromuscular.
- Cifosis y lordosis patológicas.
- Estabilización de tumores y fracturas, eventualmente también de espondilodiscitis.

Contraindicaciones

Absolutas

- Osteoporosis; una buena calidad ósea es fundamental para la fijación segura de los tornillos y las placas.
- Alergias a los componentes metálicos (titanio Ti₆Al₄V).

Relativas

- Falta de flexibilidad de la curva secundaria según los criterios de Lenke (corrección en inclinación a < 25° según Cobb).
- Cifosis estructural en la zona de la curva principal.
- Cifosis patológica en el extremo craneal o caudal del implante previsto.
- Función pulmonar limitada.
- Infecciones (según el resultado analítico).

Información para el paciente

- Riesgos normalmente asociados a una intervención quirúrgica.
 - Expulsión de tornillos/placas que exige realizar una instrumentación dorsal.
 - Pseudoartrosis con pérdida de corrección.
 - Neumotórax, hemotórax, quilotórax.
 - Resección de costillas, síndrome post-toracotomía.
 - Lesión del tronco simpático con desarrollo de un síndrome de simpatectomía.
- Complicaciones neurológicas que incluyen paraplejía. El riesgo según los datos de morbilidad de la Scoliosis Research Society (Sociedad para la Investigación de la Escoliosis) se sitúa en torno al 0,5%.
 - Limitación de la función pulmonar postoperatoria.
 - Eventualmente, extracción de hueso pélvico para injerto; virutas de aloinjerto crioconservado.
 - Transfusión de sangre.

- La duración media de la hospitalización es de 12 días. Tras un día de vigilancia intensiva, y dependiendo del dolor y del resultado, se procede a la movilización sin corsé bajo supervisión de un fisioterapeuta. Adicionalmente, se realiza una terapia respiratoria intensiva con ventilación incentivada (Triflow). El drenaje torácico se retira como media 3-5 días después de la intervención, en función del resultado radiológico y de la cantidad de secreciones drenadas.

Preparación de la intervención

- Radiografías de la columna vertebral completa en dos planos en bipedestación o, si los pacientes están discapacitados, en sedestación o decúbito para clasificar exactamente la deformidad según la rigidez o flexibilidad de las curvas (curva principal simple, principal doble, principal triple) y determinar con precisión el perfil (lordosis, cifosis).

- Radiografías en inclinación en la zona de las curvas.
- Radiografías anteriores bajo tracción para evaluar la flexibilidad de las curvas y estimar la magnitud de la corrección posible.
- Se realizará una resonancia magnética en el caso de escoliosis atípicas para excluir patologías intraespinales (síndrome de médula anclada, diastematomielia, malformación de Arnold Chiari).
- Opcional: tratamiento con el sistema de elongación autoactiva de Cotrel (su eficacia no está demostrada científicamente).

Instrumentación e implantes

- Principio de la instrumentación Halm-Zielke:
 - Sistema de barra doble de titanio (Ti_6Al_4V) para la corrección ventral de la escoliosis, que simplifica considerablemente el ajuste del perfil y proporciona estabilidad primaria.

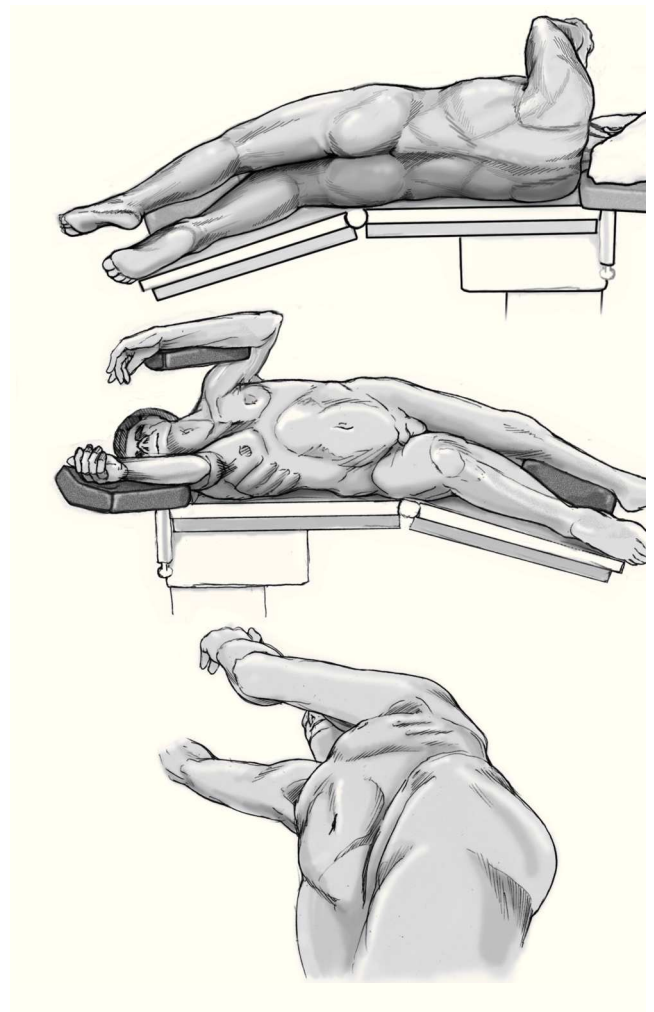


Figura 1
Posición del paciente.
Decúbito lateral estabilizado. La convexidad de la curva se dirige hacia arriba.

- Corrección y estabilización de la deformidad por combinación de una barra de 4 mm lisa y semiflexible con una barra de 5 mm rígida y acanalada longitudinalmente.
- Fijación de las barras en placas articuladas que están clavadas lateralmente en los cuerpos vertebrales y se fijan con un tornillo avellanado o de carga superior (figs. 2-4).

Anestesia y posición del paciente

- Hipotensión controlada.
- Debe evitarse una hipotermia.
- Para la corrección de las curvas torácicas se usará un tubo de doble luz para impedir unilateralmente la función pulmonar durante la intervención (no es necesario en las intervenciones en la región caudal a partir de T9).
- Decúbito lateral estabilizado; la convexidad de la curva se dirige hacia arriba (fig. 1). Debe proporcionarse una

cobertura suficiente hacia craneal por encima de la escápula.

- La mesa quirúrgica puede desplegarse en caso necesario. El ápice de la escoliosis debe situarse aproximadamente sobre el eje de rotación. Antes de concluir la corrección es absolutamente imprescindible restablecer la posición neutra.

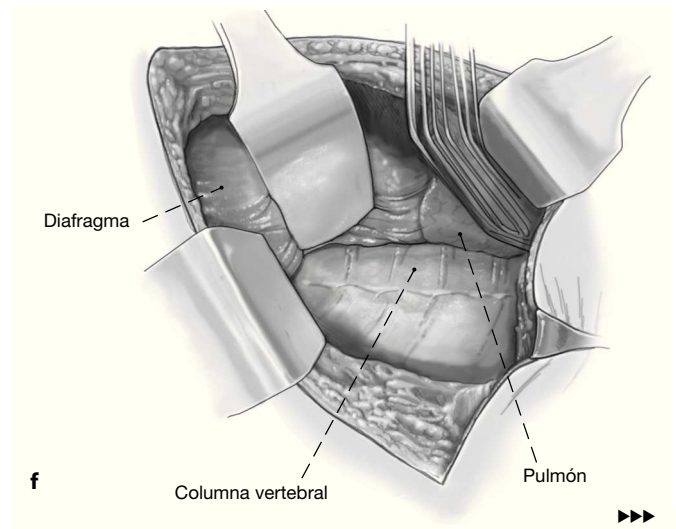
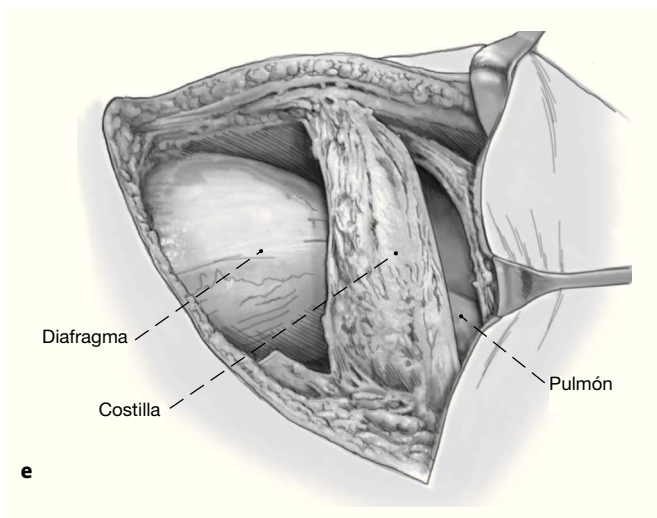
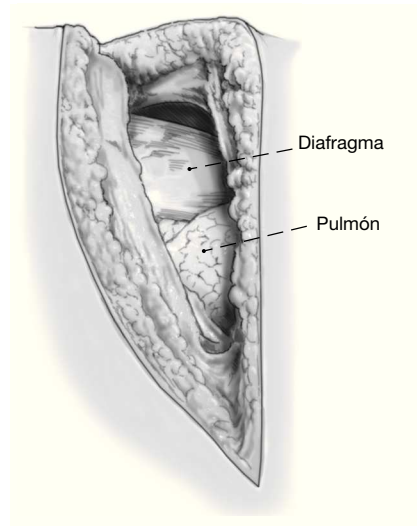
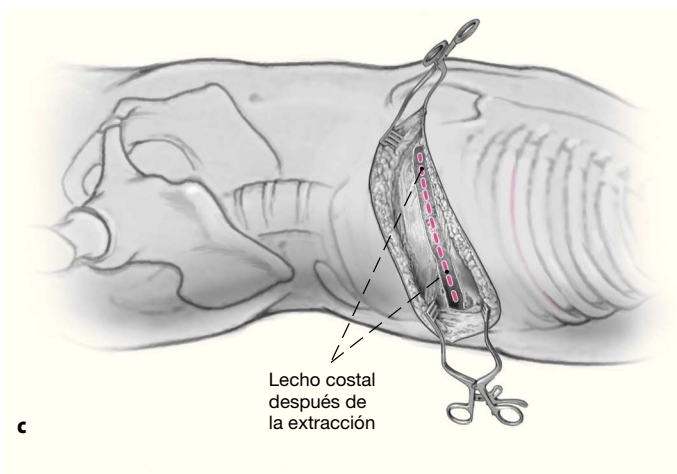
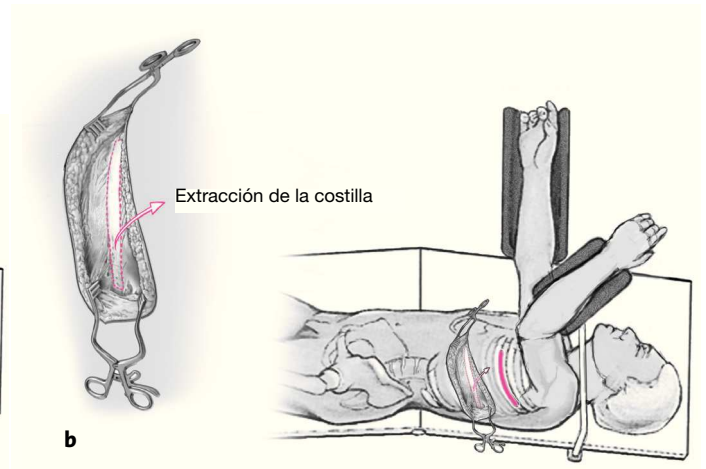
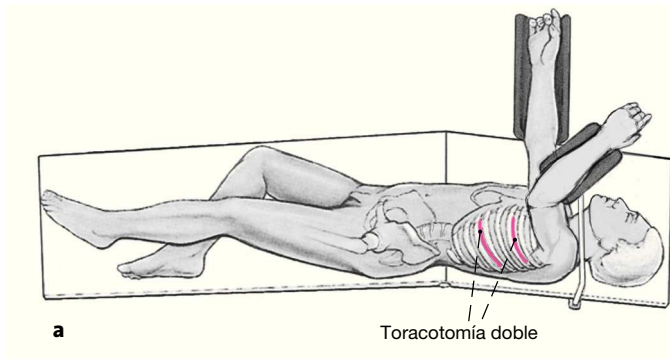
- Escoliosis torácicas: es necesario asegurarse de que el brazo superior está suficientemente extendido.

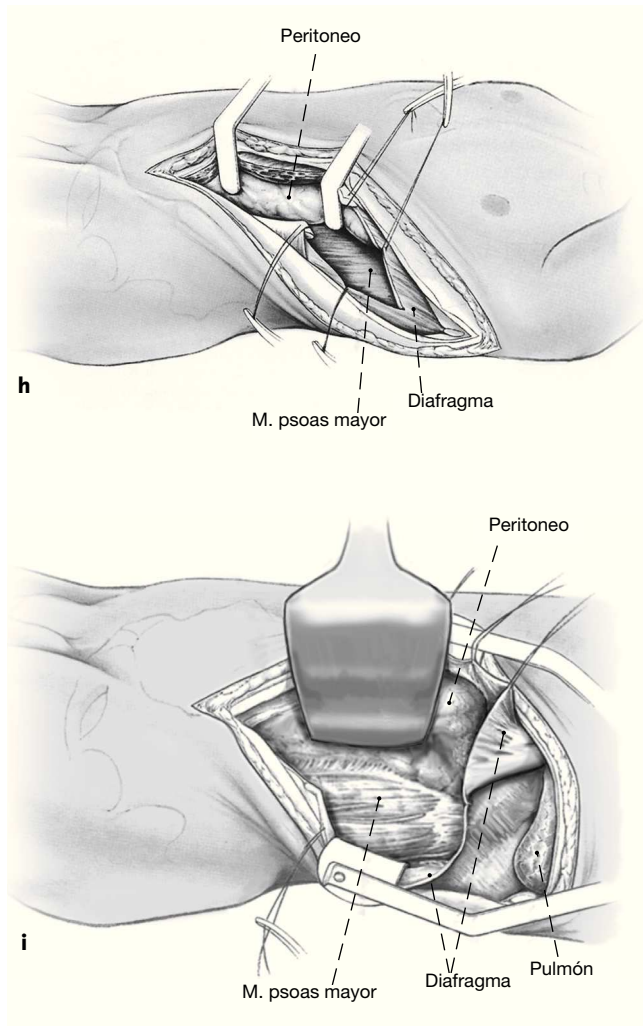
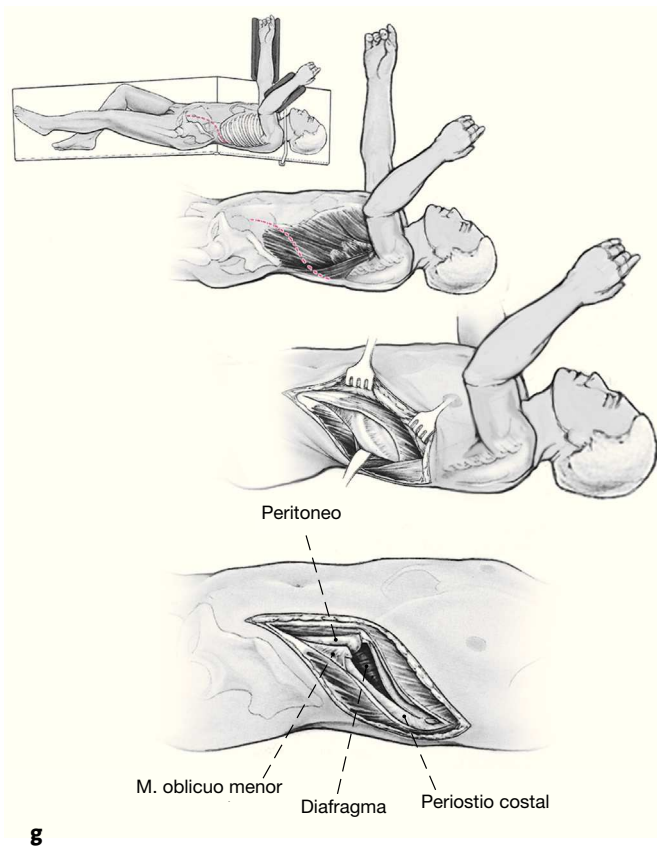
- Escoliosis toracolumbares y lumbares: para reducir la fuerza de tracción del músculo psoas se flexionarán las articulaciones de la cadera.

- No es necesario efectuar una monitorización neurológica (ni, alternativamente, un test de despertar intraoperatorio), puesto que el principio de corrección se basa en la compresión y el consiguiente acortamiento de la columna vertebral, de manera que el riesgo neurológico asociado se considera reducido.

Técnica quirúrgica

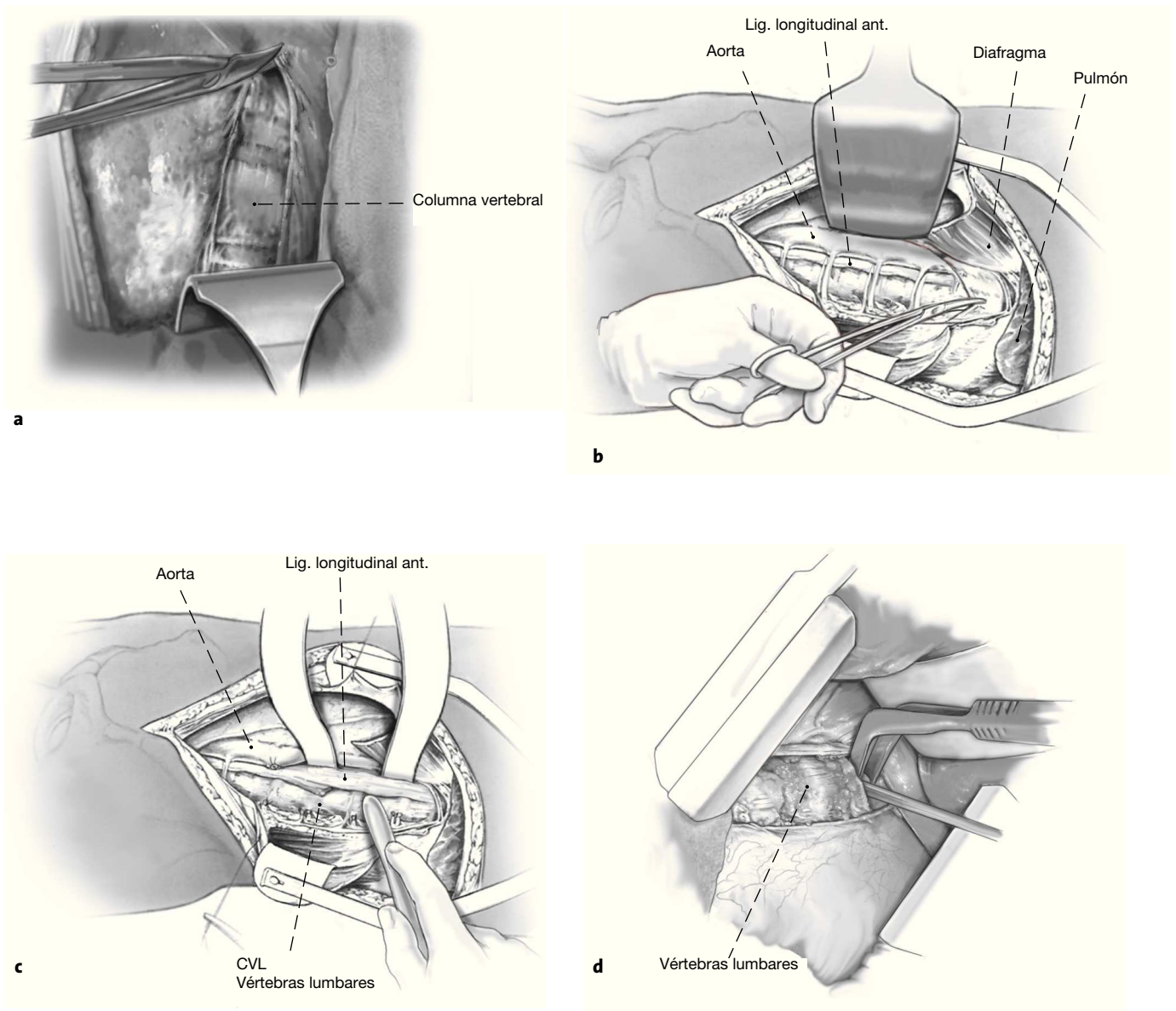
Figuras 2 a 7





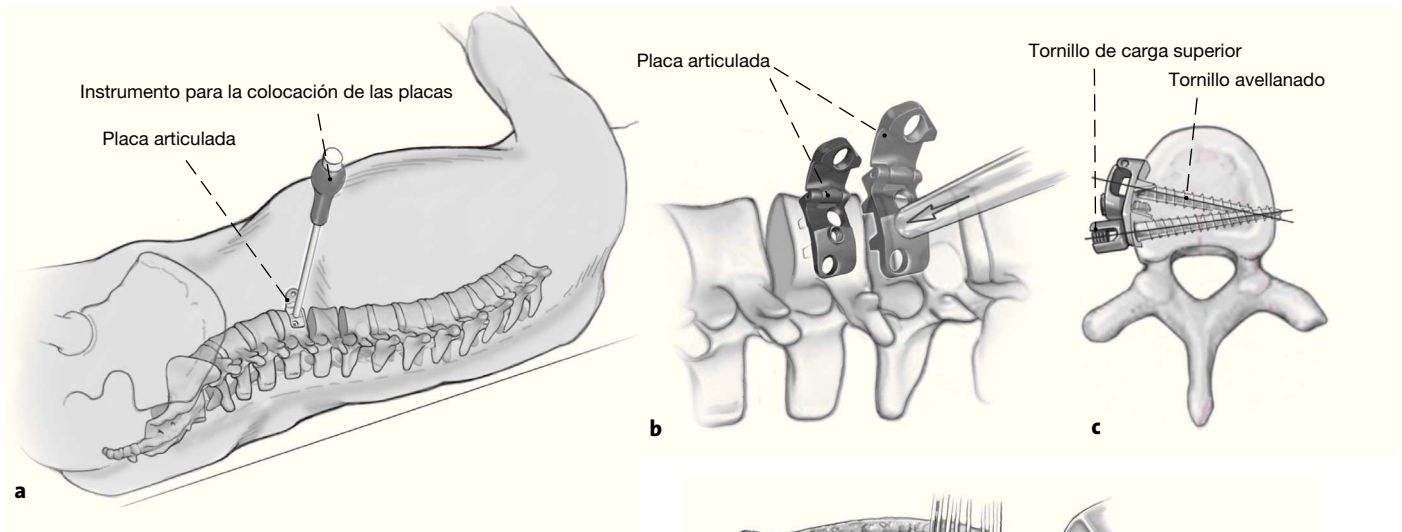
Figuras 2a a 2i

La corrección torácica raras veces se efectúa a través de una toracotomía simple; generalmente es doble: se incide por encima de la costilla craneal asociada a la vértebra terminal (es decir, sobre la quinta costilla si se trata de la vértebra terminal T6). La segunda toracotomía se realiza entre la tercera y la cuarta costilla hacia caudal (sobre la octava costilla si se trata de la vértebra terminal T6). Corrección lumbar: lumbotomía o frenolumbotomía. El abordaje representado se efectúa entre las costillas séptima y octava, así como entre las costillas cuarta y quinta. Debido a la extensión caudocraneal, la incisión cutánea se practica desde el lado craneodorsal (en este caso aproximadamente a la altura de la quinta costilla) en dirección ventrocaudal (a). Incisión aguda sobre la costilla más caudal (b). Preparación de la musculatura por capas. La costilla se despega del periostio y, dependiendo de la rigidez del tórax, se extirpa (c) o se conserva (se puede utilizar para injertos óseos o como bloque óseo sólido para rellenar los espacios intersomáticos). Toracotomía sobre el lecho costal (d). En el caso de realizar una toracotomía doble, el procedimiento es idéntico: preparación sobre la fascia muscular hacia craneal y localización de las costillas. Debido a la irrigación sanguínea no debe practicarse una segunda incisión cutánea (e). Extracción de la costilla en este punto o a través del abordaje caudal (limitándose a una costilla). Los órganos torácicos se rechazan con ganchos y retractores de tejidos blandos para exponer la columna vertebral ventrolateral (f). Toracofrenolumbotomía: incisión primaria paralela a la décima costilla. Sección del músculo dorsal ancho y del músculo oblicuo mayor por diatermia hasta exposición completa de la décima costilla (g). Preparación subperióstica y, si fuera necesario, resección. Dependiendo de la vértebra terminal craneal, se prolonga la toracotomía hacia craneal (como descrito anteriormente). Acceso al espacio retroperitoneal por sección del cartílago costal de la décima costilla en dirección ventral y separación roma del peritoneo, así como sección de la musculatura abdominal a lo largo de la incisión (preparación roma estrictamente alrededor de la abertura torácica inferior hasta el lado inferior del diafragma). Exposición de las caras superior e inferior del diafragma y, rechazando el pulmón y los órganos abdominales, sección próxima a la inserción (h). Exposición de la columna vertebral ventral en la zona del implante, preparándose la columna vertebral lumbar ventral de forma roma rechazando el saco peritoneal (i). Es importante que la sección del diafragma se efectúe a una distancia no superior a 1-2 cm de la línea de origen. El corte discurre hasta la columna vertebral.



Figuras 3a a 3d

División de la pleura parietal y/o del peritoneo parietal en dirección longitudinal (a-c). Coagulación de los vasos segmentarios. Resección de los discos intervertebrales tras la apertura aguda del ligamento anular con legra, pinza gubia y cureta (d). El ligamento anular también se atraviesa en el lado opuesto. Primero se expone la porción ventral del disco intervertebral. Tras colocar un separador se resecan las porciones dorsales del disco intervertebral. En las curvas rígidas se realizará adicionalmente una resección del ligamento longitudinal posterior. Resección del cartilago de los platillos vertebrales superiores e inferiores con pinzas gubias y legras. CVL: columna vertebral lumbar.



Figuras 4a a 4d

Las placas articuladas se clavan lateralmente en los cuerpos vertebrales de todas las vértebras fusionadas con el instrumento para la colocación de placas (a) hasta la base de los cuatro dientes de las placas (b). Después de labrar las roscas con el punzón, fijación con el tornillo avellanado en la zona ventral de la placa y, a continuación, con un tornillo de carga superior. Para aumentar la resistencia a la expulsión es absolutamente necesario vigilar el anclaje bicortical de los tornillos, así como la posición angular de los tornillos entre sí (c). Para la columna torácica craneal existen placas «HL» más pequeñas, dependiendo del tamaño de los cuerpos vertebrales (d).

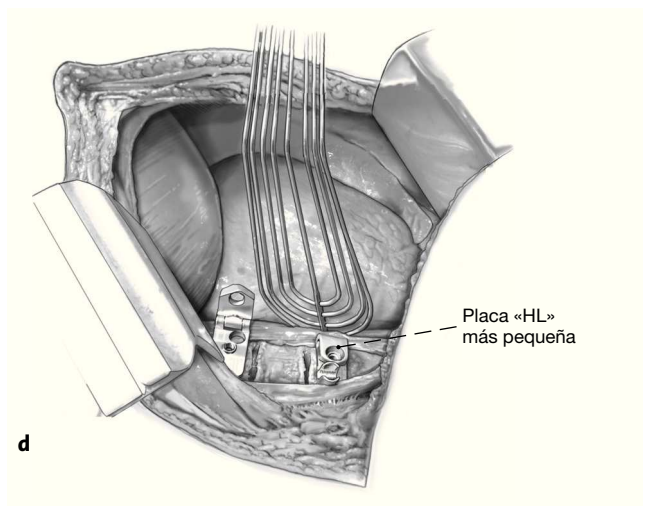
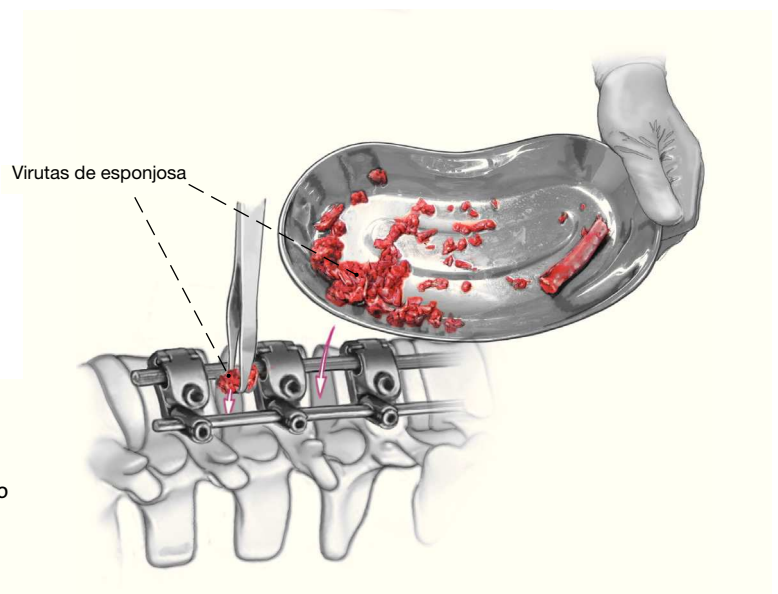
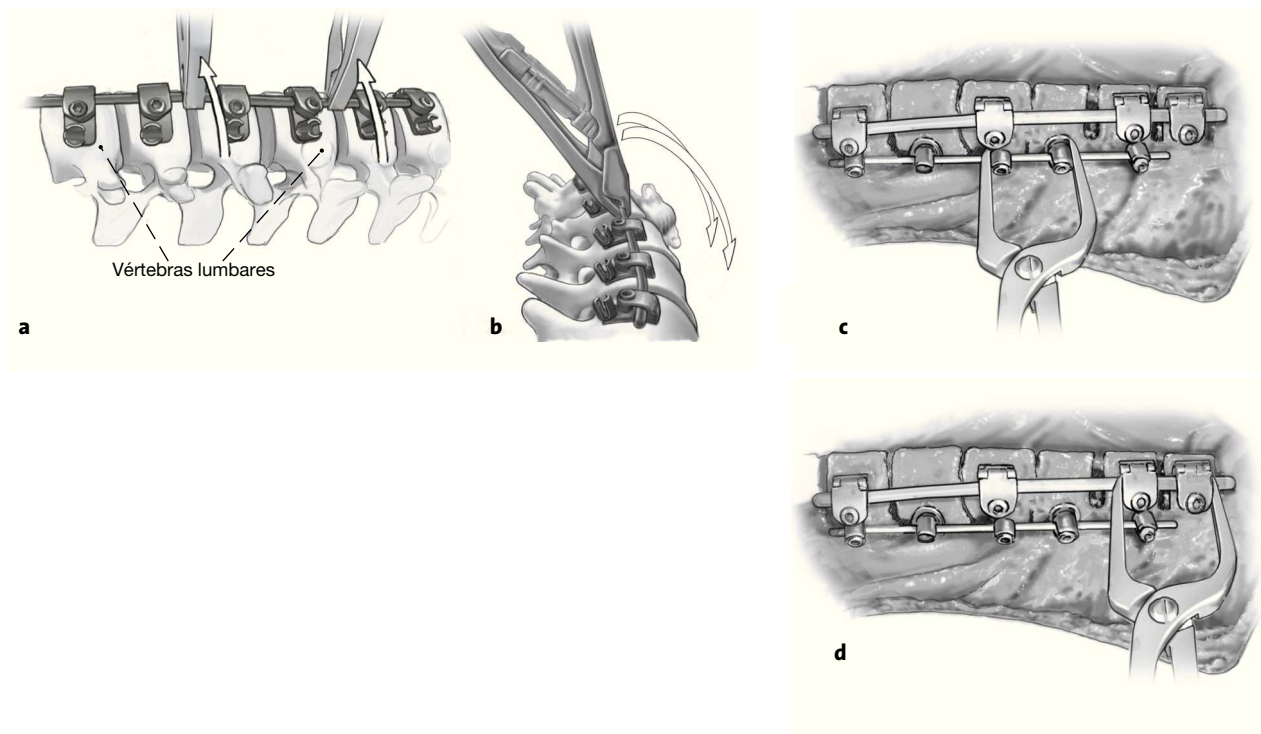


Figura 5

Los espacios intervertebrales se rellenan con esponjosa (de la costilla extirpada y triturada o material alógeno). En los segmentos superiores en los que se quiera alcanzar además un efecto claramente cifosante o lordosante por medio de un soporte intercorporal, puede introducirse en la posición adecuada un fragmento sólido de costilla o también una caja intersomática como base de apoyo.





Figuras 6a a 6d

La barra se contornea conforme a un perfil fisiológico de la columna vertebral. Primero se introduce y se fija en las placas articuladas craneales. Corrección progresiva de la curva mediante diferentes maniobras correctoras con la barra rígida de 5 mm o también con la barra flexible de 4 mm. Posibilidades de corrección:

Corrección por rotación de la barra:

Deformidades leves: la corrección se realiza mediante rotación de la barra rígida, abrazada por las placas articuladas, alrededor de su eje longitudinal según Cotrel et al⁵. Una vez colocada la barra en todos los agarres, pero no apretada, se coge con dos pinzas Poligrip (a) y se gira de tal manera que la cifosis (torácica) o lordosis (lumbar) preformada en la barra se sitúe en la posición correcta (b). Es condición necesaria que exista una buena flexibilidad y, en particular, que la reducción de la cifosis torácica no sea excesiva. A continuación, se monta la barra de 4 mm para proporcionar una estabilización adicional.

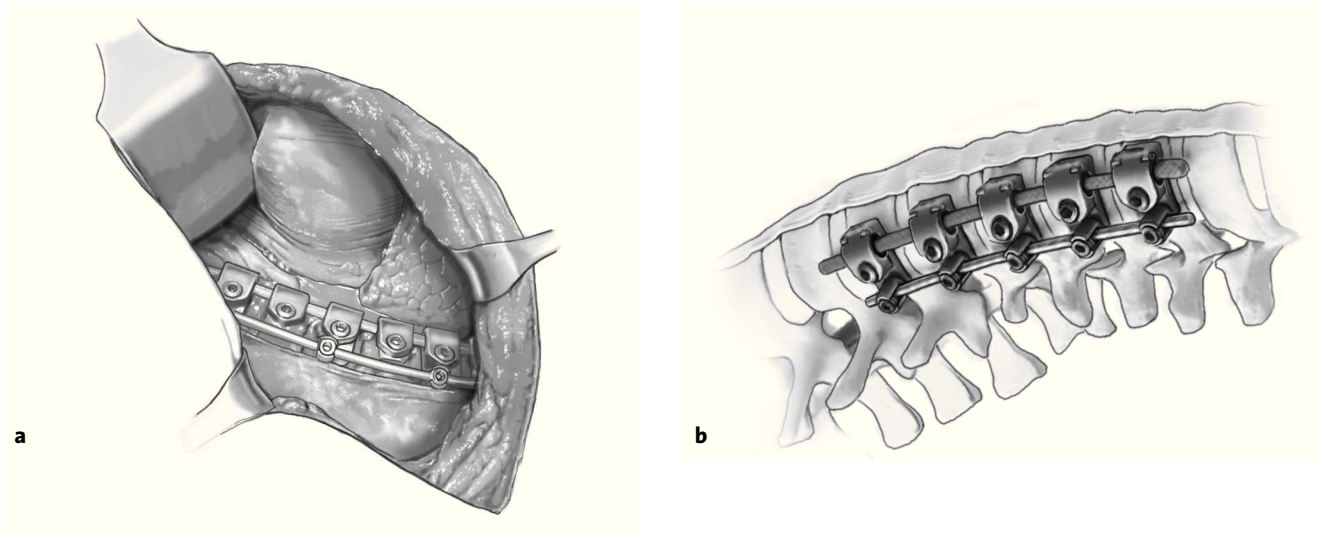
Compresión:

Compresión segmentaria para enderezar la inclinación lateral (c, d). Dependiendo de la deformidad, puede realizarse primero en el lado ventral (efecto cifosante, c) con la barra rígida o en el lado dorsal (efecto lordosante, d) con la barra flexible. Fijación estable a la rotación por sujeción definitiva de la barra rígida, acanalada longitudinalmente, en las placas articuladas (principio llave-cerradura). La corrección consta normalmente de una combinación de compresión segmentaria y rotación de la barra: dependiendo de la dirección de giro de la barra, se obtiene una restitución de la lordosis lumbar o una cifosis torácica.

Técnica del extremo libre («cantilever»):

Corrección de las curvas torácicas por combinación de diferentes principios de corrección: introducción de la barra rígida, contorneada fisiológicamente en las placas articuladas craneales y fijación; a continuación se realiza una corrección parcial de la deformidad mediante una maniobra sobre el extremo libre modificada (la barra fijada en el extremo craneal se empuja hacia abajo juntando el segmento a modo de tenazas). Fijación de la barra en la siguiente placa distal²⁸. La técnica se repite segmento por segmento desde el extremo craneal hacia el extremo caudal. Dependiendo de la situación inicial existente, seguidamente se efectúa una rotación de la barra y una compresión segmentaria. La compresión intersegmentaria deberá realizarse con cuidado, sobre todo en escoliosis rígidas graves o con huesos blandos en la zona craneal, con el fin de evitar la expulsión del implante craneal.

Como complemento al procedimiento antes descrito, durante la corrección segmentaria pueden introducirse injertos óseos triturados (procedentes por ejemplo de la resección de la costilla) o fragmentos sólidos de hueso o cajas en los espacios intervertebrales, como base de apoyo para forzar la lordosis (posición ventral) o la cifosis (posición más bien dorsal).



Figuras 7a a 7b

Instrumentación y corrección finalizadas (a, b). Control de la posición correcta del implante así como del perfil alcanzado con el intensificador de imagen. Entre otros aspectos, debe prestarse atención al ajuste o la horizontalización del disco intervertebral adyacente a la fusión en el lado caudal:

Cierre de la pleura parietal sobre el implante con una sutura continua.

A continuación, readaptación de los pilares desprendidos del diafragma y reconstrucción del diafragma.

Cierre del tórax con colocación de un drenaje torácico CH-28 y aproximación de las costillas mediante suturas de sujeción fuertes.

Debe evitarse que las costillas se sitúen directamente unas sobre otras al tirar de los hilos con demasiada fuerza.

Reconstrucción de la musculatura abdominal y torácica por capas, sutura intracutánea final y vendaje estéril para la herida.

Particularidades de la instrumentación torácica

- Curvas torácicas: el abordaje se realiza como mínimo a la altura de la vértebra terminal craneal. Si las curvas son pronunciadas se recomienda desplazar el abordaje un segmento más hacia craneal (con o sin resección de costillas). De lo contrario, la curva de la columna vertebral provoca que el implante deba ladearse bastante hacia craneal y no pueda colocarse correctamente.

- Con frecuencia, la toracotomía secundaria tiene que realizarse a través de la misma incisión cutánea para poder instrumentar sin problemas todos los cuerpos vertebrales de la fusión prevista. Por eso, al practicar la incisión, se extenderá un poco más en dirección caudocraneal.

- Para mejorar la movilización resulta útil efectuar una resección parcial de las cabezas costales situadas cranealmente respecto a T10.

Tratamiento postoperatorio

- Con buena estabilidad primaria, movilización sin corseé a partir del primer día postoperatorio, en función del dolor y del resultado.

- El drenaje torácico se retirará después de 3-5 días aproximadamente, dependiendo del resultado radiológico y de la cantidad de secreciones drenada.

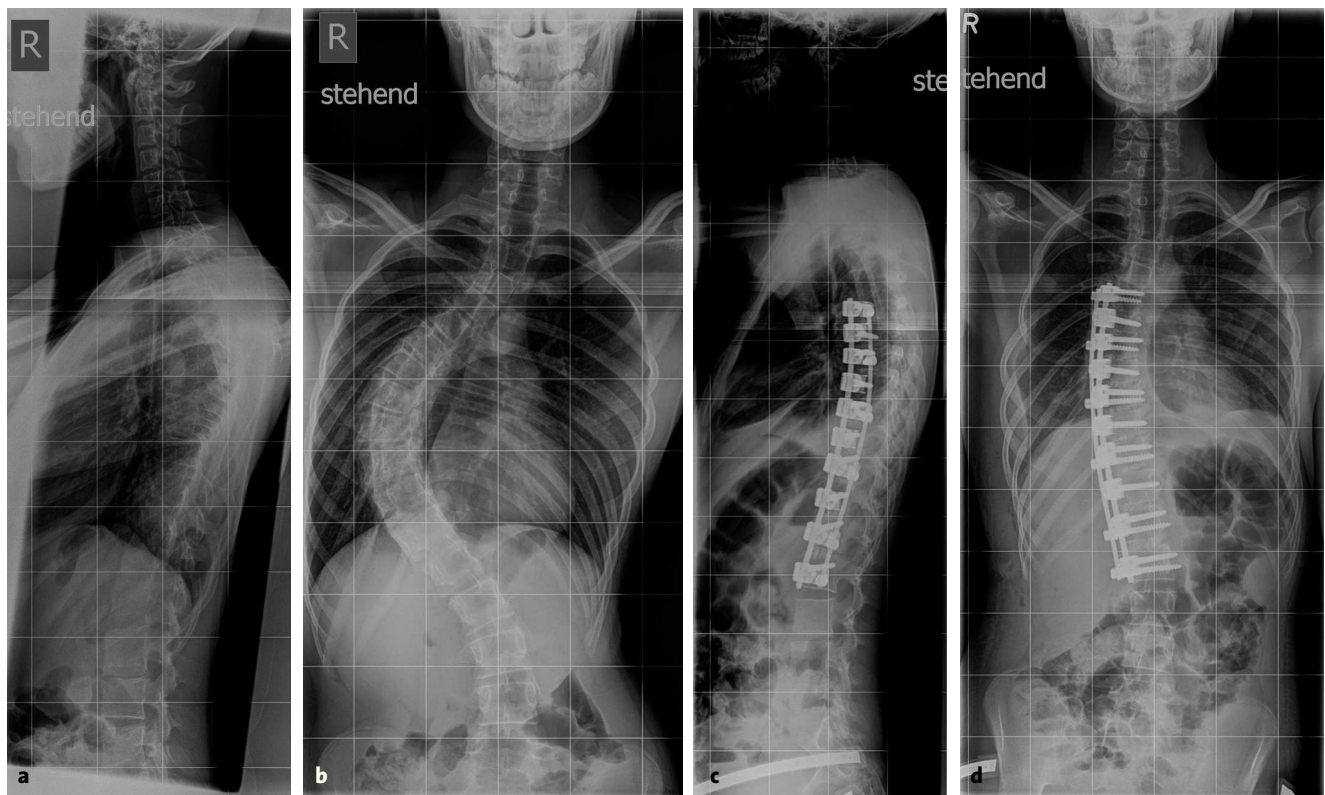
- Antibioticoterapia con una cefalosporina hasta la retirada del drenaje torácico.

- Se evitará levantar cargas pesadas (> 5 kg) durante los 3 primeros meses. Seguidamente, la carga máxima será de 10 kg hasta 7 meses después de la intervención.

- La práctica deportiva está prohibida durante 12 meses.

- Fisioterapia con ejercicios isométricos para estabilizar el tronco (el paciente los efectuará por su cuenta tras un periodo de aprendizaje).

- Revisión clínica y radiológica después de 6 meses.



Figuras 8a a 8d

Caso clínico: niño de 16 años de edad con una escoliosis T5-L2 convexa hacia la derecha con un ángulo escoliótico preoperatorio de 79° según Cobb.

a, b) Radiografías preoperatorias.

c, d) Radiografías postoperatorias: después de la espondilodesis correctora de T5 a L2 con la instrumentación de Halm-Zielke, el ángulo escoliótico se reduce a 20° según Cobb.

Errores, riesgos y complicaciones

- Expulsión de las placas durante la corrección: es necesario realizar una sustitución intraoperatoria por una instrumentación dorsal mediante sistemas de barra doble fijados con tornillos pediculares.
- Neumotórax tras retirar el drenaje torácico: colocación de un nuevo drenaje de Bülow.
- Quilotórax (poco frecuente): mantenimiento del drenaje, alimentación parenteral.
- Lesión iatrogénica de estructuras nerviosas en caso de una posición incorrecta de los tornillos: recolocación de los tornillos.

Resultados

Con la espondilodesis de desrotación ventral según Halm-Zielke se obtiene una estabilidad primaria inmediata, de manera que los pacientes se pueden movilizar rápidamente sin ortesis externas. El objetivo técnico principal

de la intervención, la espondilodesis ósea, se consigue prácticamente en todos los casos^{3,12-14,26}.

Las posibilidades de corrección de la deformidad anterior son muy buenas^{3,8,13,26} (magnitud aproximada del 65-70% con una corrección del 60% de la contracurva). Las pérdidas de corrección son escasas y se producen sobre todo en los segmentos no fusionados (como media 2° por nivel) de la curva original^{3,13,14,25,26}. La corrección espontánea de las curvas secundarias craneal y lumbar tras la reducción de la curva principal es del orden del 40%^{12,26}. La rotación efectiva de la vértebra apical se puede reducir en aproximadamente un 40%, y la giba costal se corrige de forma correspondiente^{3,26}.

A menudo la escoliosis también se presenta como cifoescoliosis torácica. La corrección del componente cifótico mediante la espondilodesis de desrotación ventral se logra estableciendo un perfil fisiológico, lo que también es válido para la lordosis lumbar^{3,12-14,25,26}. Cabe destacar la po-

sibilidad de realizar un ajuste fisiológico incluso cuando se presenta la problemática de una curva escoliótica principal torácica inferior o toracolumbar asociada a una cifosis toracolumbar patológica. En estos casos también se ha obtenido una muy buena estabilidad de la corrección a largo plazo¹², lo que representa una clara ventaja diferencial de la instrumentación Halm-Zielke frente a otros sistemas para la espondilodosis de desrotación ventral.

En las figuras 8a-8d se muestra un caso clínico.

Bibliografía

- Betz RR, Harms J, Clements DH III. Comparison of anterior and posterior instrumentation for correction of adolescent thoracic idiopathic scoliosis. *Spine* 1999;24:225-39.
- Bullmann V, Fallenberg EM, Meier N. Anterior dual rod instrumentation in idiopathic thoracic scoliosis: a computed tomography analysis of screw placement relative to the aorta and the spinal canal. *Spine* 2005;30:2078-83.
- Bullmann V, Halm HF, Niemeyer T. Dual-rod correction and instrumentation of idiopathic scoliosis with the Halm-Zielke instrumentation. *Spine* 2003;28:1306-13.
- Burton DC, Asher MA, Lai SM. Patient-based outcomes analysis of patients with single torsion thoracolumbar-lumbar scoliosis treated with anterior or posterior instrumentation: an average 5- to 9-year follow-up study. *Spine* 2002;27:2363-7.
- Cotrel Y, Dubousset J, Guillaumat M. New universal instrumentation in spinal surgery. *Clin Orthop Relat Res* 1988;227:10-23.
- Dwyer AF, Newton NC, Sherwood AA. An anterior approach to scoliosis. A preliminary report. *Clin Orthop Relat Res* 1969;62:192-202.
- Giehl JP, Zielke K, Hack HP. Die Ventrale Derotationsspondylodese nach Zielke. *Orthopädie* 1989;18:101-17.
- Halm H. Augmentation of VDS (ventral derotation spondylodosis) using double rod instrumentation: surgical method and early results. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 1994;132:383-9.
- Halm H. Biomechanische und klinische Untersuchungen zur Optimierung der Formkorrektur und Stabilisierung von idiopathischen Skoliosen. *Habilitationsschrift, Westfälische Wilhelms-Universität Münster*, 1997.
- Halm H, Castro WH, Jerosch J. Sagittal plane correction in "King-classified" idiopathic scoliosis patients treated with Cotrel-Dubousset instrumentation. *Acta Orthop Belg* 1995;61:294-301.
- Halm H, Liljenqvist U, Castro WH. Surgical treatment of idiopathic thoracolumbar scoliosis: Cotrel-Dubousset instrumentation versus ventral derotation spondylodosis. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 1995;133:282-8.
- Halm H, Liljenqvist U, Niemeyer T. Halm-Zielke instrumentation (Munster Anterior Double Rod System) as an improvement over Zielke-VDS. Surgical method and preliminary results. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 1997;135:403-11.
- Halm H, Niemeyer T, Halm B. Halm-Zielke instrumentation as primary stable improvement of the Zielke-VDS in idiopathic scoliosis. 1 to 4 year outcome of a prospective study of 29 consecutive patients. *Orthopäde* 2000;29:563-70.
- Halm HF, Liljenqvist U, Niemeyer T. Halm-Zielke instrumentation for primary stable anterior scoliosis surgery: operative technique and 2-year results in ten consecutive adolescent idiopathic scoliosis patients within a prospective clinical trial. *Eur Spine J* 1998;7:429-34.
- Hopf CG, Eysel P, Dubousset J. Operative treatment of scoliosis with Cotrel-Dubousset-Hopf instrumentation. New anterior spinal device. *Spine* 1997;22:618-27.
- Hurford RK Jr, Lenke LG, Lee SS. Prospective radiographic and clinical outcomes of dual-rod instrumented anterior spinal fusion in adolescent idiopathic scoliosis: comparison with single-rod constructs. *Spine* 2006;31:2322-8.
- Kaneda K, Shono Y, Satoh S. New anterior instrumentation for the management of thoracolumbar and lumbar scoliosis. Application of the Kaneda two-rod system. *Spine* 1996;21:1250-61.
- Kaneda K, Shono Y, Satoh S. Anterior correction of thoracic scoliosis with Kaneda anterior spinal system. A preliminary report. *Spine* 1997;22:1358-68.
- Kim YJ, Lenke LG, Bridwell KH. Prospective pulmonary function comparison of anterior spinal fusion in adolescent idiopathic scoliosis: thoraco-cotomomy versus thoracoabdominal approach. *Spine* 2008;33:1055-60.
- Krismer M, Bauer R, Sterzinger W. Scoliosis correction by Cotrel-Dubousset instrumentation. The effect of derotation and three dimensional correction. *Spine* 1992;17:Suppl:S263-9.
- Kuklo TR, Lenke LG, Graham EJ. Correlation of radiographic, clinical, and patient assessment of shoulder balance following fusion versus nonfusion of the proximal thoracic curve in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2002;27:2013-20.
- Kuklo TR, Potter BK, Lenke LG. Surgical revision rates of hooks versus hybrid versus screws versus combined anteroposterior spinal fusion for adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2007;32:2258-64.
- Lenke LG, Betz RR, Hafer TR. Multisurgeon assessment of surgical decision-making in adolescent idiopathic scoliosis: curve classification, operative approach, and fusion levels. *Spine* 2001;26:2347-53.
- Lenke LG, Betz RR, Harms J. Adolescent idiopathic scoliosis: a new classification to determine extent of spinal arthrodesis. *J Bone Joint Surg Am* 2001;83:1169-81.
- Liljenqvist U, Halm H. Augmentation of VDS (ventral derotation spondylodosis) by double rod instrumentation. A critical analysis of 2-to-4-year outcomes. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 1998;136:50-6.
- Liljenqvist UR, Bullmann V, Schulte TL. Anterior dual rod instrumentation in idiopathic thoracic scoliosis. *Eur Spine J* 2006;15:1118-27.
- Muschik MT, Kimmich H, Demmel T. Comparison of anterior and posterior double-rod instrumentation for thoracic idiopathic scoliosis: results of 141 patients. *Eur Spine J* 2006;15:1128-38.
- Rajpal S, Resnick DK. Rod cantilever techniques. *Neurosurgery* 2008;63:157-62.
- Turi M, Johnston CE, Richards BS. Anterior correction of idiopathic scoliosis using TSRH instrumentation. *Spine* 1993;18:417-22.
- Zielke K. Ventral derotation spondylodosis. Results of treatment of cases of idiopathic lumbar scoliosis (author's translation). *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 1982;120:320-9.

Correspondencia

PD Dr. Markus Quante

Clinica de Cirugía de la Columna Vertebral y Centro de Escoliosis

Am Kiebitzberg 10

23730 Neustadt i.H. (Alemania)

Tel.: +49/4561 54-4901; fax: -4910

Correo electrónico: MQuante@Schoen-Kliniken.de